Aus dem Institut für Anästhesiologie
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz
(Direktor: Prof. Dr. R. Frey)

Zur Bedeutung der Intubation mit kontrollierten Niederdruckmanschetten im anästhesiologischen Routinebetrieb

Inauguraldissertation
zur Erlangung der Doktorwürde der Medizin
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz,
den Medizinischen Fachbereichen

vorgelegt von
Ingrid Wagner
geb. Steffens
aus Hüls

Mainz 1974

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41554418_0013

Aus dem Institut für Anästhesiologie der
Johannes Gutenberg-Universität Mainz
(Direktor: Prof.Dr.R.Frey)

ZUR BEDEUTUNG DER INTUBATION MIT KONTROLLIERTEN NIEDERDRUCKMANSCHETTEN IM ANÄSTHESIOLOGISCHEN ROUTINEBETRIEB

Inauguraldissertation
zur Erlangung der Doktorwürde der Medizin
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz, den Medizinischen Fachbereichen

vorgelegt von
Ingrid WAGNER geb. Steffens
aus Hüls

Mainz 1974

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Fachbereichsdekan : Professor Dr. R. Wolf

Referent : Professor Dr. W. Erdmann

Korreferent : Professor Dr. R. Frey

Professor Dr. H. Nolte

INHALTSVERZEICHNIS

		Seite
1.	EINLEITUNG UND FRAGESTELLUNG	1
2.	PHYSIOLOGIE	2
2.1.	Kapilläre Dynamik und transkapillärer Stoffaustausch	2
2.2.	Morphologie der Trachea	5
3.	THEORETISCHE VORBEMERKUNG	7
3.1.	Intubation mit dem herkömmlichen Manschetten-Tubus	7
3.2.	Intubation mit dem Niederdruckmanschetten-Tubus	11
4.	METHODIK	15
4.1.	Allgemeines Vorgehen	15
4.2.	Spezielle Durchführung der Untersuchung	15
4.3.	Statistische Bearbeitung der Ergebnisse	17
5.	ERGEBNISSE	18
5.1.	Komplikationen bei Intubation mit Tuben mit herkömmlichen Manschetten	18
5.1.1.	Allgemeine Übersicht	18
5.1.2.	Therapeutisches Vorgehen bei postoperativen Beschwerden nach Verwendung von Tuben mit herkömmlichen Manschetten	21
5.1.3.	Altersabhängigkeit der postoperativen Beschwerden nach Verwendung von Tuben mit herkömmlichen Manschetten	22
5.1.4.	Abhängigkeit der postoperativen Beschwerden von der OP-Dauer nach Verwendung von Tuben mit herkömmlichen Manschetten	25

Seite

5.2. Komplikationen bei Intubationen mit Tuben mit Niederdruckmanschetten 26

5.2.1. Allgemeine Übersicht 26

5.2.2. Therapeutisches Vorgehen bei postoperativen Beschwerden nach Verwendung von Tuben mit Niederdruckmanschetten 29

5.2.3. Altersabhängigkeit der postoperativen Beschwerden nach Verwendung von Tuben mit Niederdruckmanschetten 30

5.2.4. Abhängigkeit der postoperativen Beschwerden von der OP-Dauer nach Verwendung von Tuben mit Niederdruckmanschetten 31

5.3. Statistischer Vergleich zwischen der Symptomhäufigkeit bei Verwendung von Hoch- und Niederdruckmanschetten 33

5.3.1. Gesamtmaterial 33

5.3.2. Altersabhängigkeit der postoperativen Beschwerden nach Verwendung von Tuben mit herkömmlichen Manschetten und Tuben mit Niederdruckmanschetten 35

5.3.3. Abhängigkeit der postoperativen Beschwerden von der OP-Dauer nach Verwendung von Tuben mit herkömmlichen Manschetten und Tuben mit Niederdruckmanschetten 36

6. DISKUSSION 38

6.1. Überblick über die signifikanten Ergebnisse 38

6.2. Methodenkritik 38

6.3. Literaturvergleich 39

6.3.1. Pathologisch-anatomische Beschreibung der Trachealwandschäden 39

6.3.2. Pathogenese der Trachealwandschäden als Folge von Tubenform und Tubenlage 39

6.3.3. Pathogenese der Trachealwandschäden als Folge des Manschettendruckes 40

Seite

6.3.4. Bedeutung der Beschaffenheit der Manschettenmembran für postintubatorische Trachealwandschäden 41

6.3.5. Druckunterschiede bei Blockung mit Hochdruckmanschetten und mit Niederdruckmanschetten 42

6.3.6. Klinische Relevanz der Verwendung von Niederdruckmanschetten 43

6.3.7. Schlußfolgerung 44

7. ZUSAMMENFASSUNG 45

8. LITERATURVERZEICHNIS 47

9. ANHANG (Tabellen 1-4) 50

10. LEBENSLAUF 55

1. EINLEITUNG UND FRAGESTELLUNG

Postoperativ zeigen ein Großteil der Patienten nach Intubationsnarkosen laryngitische Symptome, die vom einfachen Reizhusten bis zur Symptomatik einer ausgedehnten Tracheobronchitis und croup-ähnlichen Zuständen reichen können. Diese mit dem mechanischen Reiz durch Endotrachealtubus und besonders geblockter Druckmanschette unzweideutig in Zusammenhang stehenden Beschwerden des Patienten wurden bisher von der Anästhesie kaum berücksichtigt. Die wissenschaftlich-klinische Anästhesie interessierte hauptsächlich Fragestellungen, die sich auf die Problematik von anästhesiologischen Eingriffen und Verfahrensweisen ohne Beeinträchtigung der vitalen Funktionen des Patienten bezogen.

Den Nebenwirkungen von anästhesiologischen Eingriffen auf die Empfindungslage des Patienten und einer möglichen Vermeidung von Mißempfindungen wurde bislang wenig Beachtung geschenkt. Im Rahmen einer breit angelegten Studie über die postoperative Empfindungslage von Patienten nach Anästhesien mit verschiedenartigen Anästhetika (zum FELDE 1974, TANGERDING 1974, HÖHN 1974, SONNTAG 1974), interessiert auch der Bereich von körperlichen Mißempfindungen, der auf lokale Trachealwandschädigung nach Verwendung von Tuben mit blockierenden Druckmanschetten zurückzuführen ist.

Es sollte im Rahmen dieser Arbeit untersucht werden, ob sich im klinischen Routinebetrieb ein Unterschied finden ließ in Häufigkeit und Schweregrad von Komplikationen im Bereich der oberen Luftwege nach Intubation mit Tuben ohne kontrollierte Niederdruckmanschette und solchen mit kontrollierter Niederdruckmanschette.

2. PHYSIOLOGIE

2.1. Kapilläre Dynamik und transkapillärer Stoffaustausch

Die Durchblutung des Gewebes wird fast vollständig kontrolliert durch Erweiterung oder Verengung des Arteriolensystems, womit der präkapilläre Druck gesteuert wird. In den Kapillaren finden die wichtigsten Prozesse des Austausches zwischen Blut und interstitiellem Gewebe statt, vor allen Dingen die Sauerstoffversorgung des umliegenden Gewebes. Es ist damit entscheidend, daß präkapillär ein Druck aufrechterhalten wird, der eine genügende Kapillarperfusion bewerkstelligt. Hört die Kapillarperfusion auf, so wird innerhalb kürzester Zeit der im Gewebe vorhandene Sauerstoff verbraucht, die Zellen schalten auf anaeroben Stoffwechsel um, und es sammeln sich saure Stoffwechselprodukte an, die entsprechende sekundäre Zellschäden zur Folge haben. Eine Gewebshypoxie hat folgende Auswirkungen:

1. irreversible Schädigung einzelner Zellfermente, besonders der Cytochromoxidasen durch Absinken des pH 's
2. Veränderung der Struktur der Kapillarwand und der Zellmembranen
3. Veränderungen des interstitiellen Flüssigkeitsdruckes und des kolloidosmotischen Druckes des Eiweißes, die nach Restitution der Durchblutung zu posthypoxischem Ödem mit entsprechender Schwellung des Gewebes führen.

Die kapilläre Perfusion (Abb. 1) wird aufrechterhalten durch einen Druckgradienten über der Kapillare, der zwischen 40 mmHg präkapillär und 10-20 mmHg venös liegt (GUYTON, 1971, ERDMANN und VOGEL 1973). Wie zuvor erwähnt, wird dieser transkapilläre Druckgradient durch Steuerung des präkapillären Druckes über eine Weiter- oder Engerstellung des Arteriolensystems bewerkstelligt. Damit fällt der arterielle Blutdruck von 100 mmHg

im Mittel in den großen Arterien über die Arteriolen um 60 mmHg ab. Entscheidend ist der transkapilläre Druckgradient von 40 auf 10-20 mmHg, der damit 20-30 mmHg beträgt. Steigt der Druck in der Umgebung der Kapillare über 20 mmHg an, so sinkt der transkapilläre Druckgradient um den entsprechenden Betrag, die Kapillare kann nicht mehr offengehalten werden, ein Sistieren der Zirkulation ist die Folge. Als Grenzwert für den aus dem Gewebe auf die Kapillare einwirkenden Druck, der zu einem Sistieren der Kapillarperfusion führt, kann der mittlere kapilläre Druck angesetzt werden. Dieser gemittelte kapilläre Druck liegt bei 17 mmHg (GUYTON 1971, ZWEIFACH, B.W. 1961).

Hat der auf die Kapillare von außen einwirkende Druck längere Zeit 17 mmHg überstiegen und zu einem Aufhören der Kapillarperfusion geführt, so versucht der Körper durch Steigerung des präkapillären Druckes über Weitstellung der Arteriolen eine Kapillarperfusion aufrechtzuerhalten. Insbesondere nach Beendigung der zum Sistieren der Kapillarperfusion führenden äußeren Druckeinwirkung macht sich dieser Regelmechanismus in einer anschließend stark erhöhten Durchblutung bemerkbar, die den in das Gewebe gerichteten Filtrationsdruck erhöht, und es wird vermehrt Flüssigkeit in das Interstitium abgegeben, die von den Lymphgefäßen nicht gefaßt werden kann und zur Ödembildung führt. Schon eine geringe Erhöhung des negativen interstitiellen Flüssigkeitsdruckes und des interstitiellen kolloidosmotischen Druckes kann eine Erhöhung des gesamten Filtrationsdruckes um mehr als das 40-fache hervorrufen.

Folgen einer Ödembildung in Geweben, die an den Innenwänden von Hohlorganen liegen, sind ödematöse Schwellungen, die in der Trachea zu Fremdkörperreiz mit Husten führen. Durch die Schwellung werden gleichzeitig Nervenendigungen gereizt, die Schmerzsymptome hervorrufen. Dazu kommt der an allen sensorischen Nervenendigungen auftretende hypoxische Schmerzreiz.

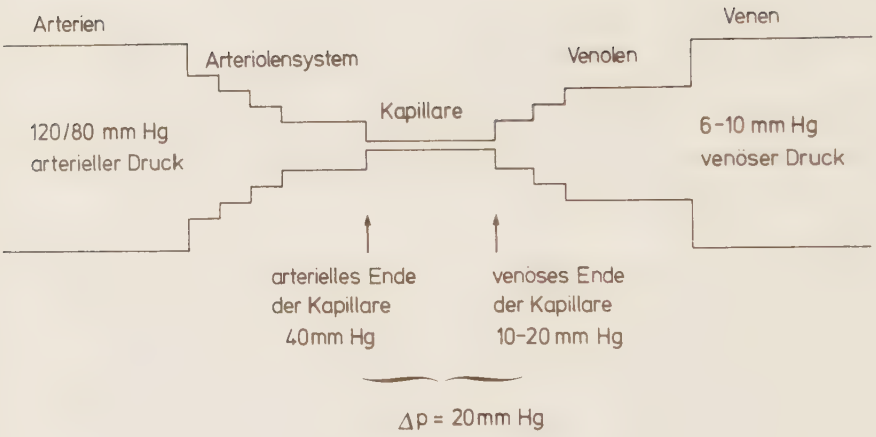


Abb. 1 Abfall und Anstieg des Blutdruckes im arteriellen und venösen Gefäßsystem.

Δp (Differenz zwischen arteriell-kapillärem und venös-kapillärem Druck) ist der Perfusionsdruck, der die Höhe der Kapillarperfusion bestimmt. Veränderungen der Kapillarperfusion werden durch Veränderung des Einflußdruckes am arteriellen Ende der Kapillare hervorgerufen, der venös-kapilläre Druck bleibt dabei fast unverändert.

2.2. Morphologie der Trachea

Die Trachea zeigt normalerweise keineswegs eine ovale, regelmäßige oder runde Form, sondern sie ist bei den verschiedenen Konstitutionstypen unterschiedlich geformt. Wir unterscheiden die steigbügelförmige Trachea von einer dreieckförmigen, einer ovalen und einer unregelmäßig konfigurierten Form. Vorne ist die Trachea durch die pars cartilaginea, und zwar durch Ringknorpel abgestützt, nach hinten sitzt sie mit der pars membranacea den tieferen Schichten des Halses auf. Die Innenwand der Trachea ist ausgekleidet mit einer gut durchbluteten, kapillär reich versorgten, Schleim sezernierenden Schleimhaut, die mit einem Flimmerepithel besetzt ist (Abb. 2).

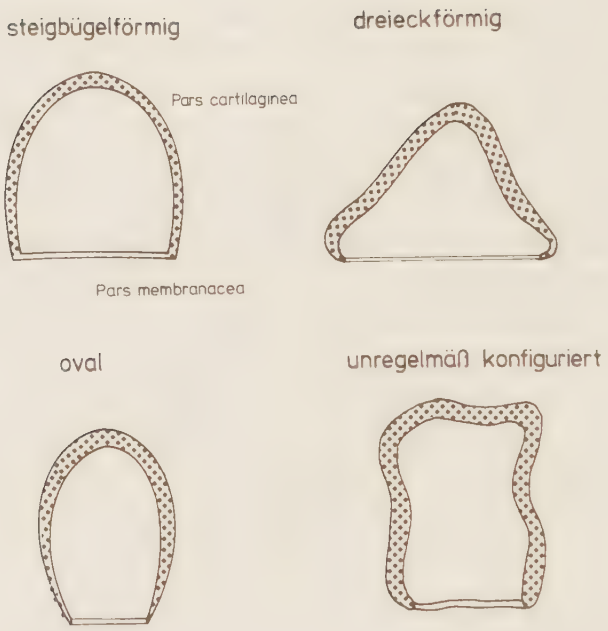


Abb. 2 Trachealformen verschiedener Konfiguration im Querschnitt

3. THEORETISCHE VORBEMERKUNG

3.1 Intubation mit dem herkömmlichen Manschetten-Tubus

Die Intubation eines Patienten dient dazu, die Lunge ohne eigenständige Atemhilfe des Patienten ventilieren zu können. Dabei werden Beatmungsdrücke benutzt, die normalerweise um 20-30 cm Wassersäule maximal liegen. Um zu verhindern, daß die über einen Tubus insufflierte Beatmungsluft zwischen Tubus und Trachealwand nach außen entweicht, muß der Tubus gegen die Trachealwand abgedichtet werden. Dies erfolgt durch eine den Tubus umgebende von außen aufblasbare Gummimanschette. Die herkömmliche Druckmanschette war umgeben von einer relativ dickwandigen Membran (Abb. 3), die beim Aufblasen die Tendenz hatte, die Trachea dadurch abzudichten, daß, selbst bei stark unregelmäßig konfigurierter Trachea, diese in eine runde Form gepreßt wurde (Abb. 4 u. 5a). Die Druckmanschette legte sich dabei fest an die Innenwand der Trachea an. Dabei wurde an den Stellen, an denen die Druckmanschette die Trachea in eine runde Form preßte, ein hoher Druck auf die Trachealwand appliziert. Dieser Druck lag nach Veröffentlichungen von LÜDEMANN und WITTE (1972), CARROLL, HEDDEN und SAFAR (1969), GEFFIN und PONTOPPIDAN (1969), LAURIA, MURRAY und ANDERSEN (1969) und LÜDER (1961) bei Werten von 180 mmHg und zum Teil erheblich höher. Damit muß angenommen werden, daß selbst bei maximaler Erweiterung des Arteriolensystems und größtmöglichem Anstieg des präkapillären Druckes auf 60-70 mmHg eine Kapillarperfusion nicht mehr aufrechtzuerhalten war; das heißt, daß während der gesamten Zeit des Liegens der Druckmanschette die Trachealschleimhaut an diesen Stellen nicht mehr durchblutet wurde.

Die klinische Relevanz dieses unphysiologischen Arbeitens mit Druckmanschetten wurde von Anästhesisten und Intensivtherapeuten immer wieder

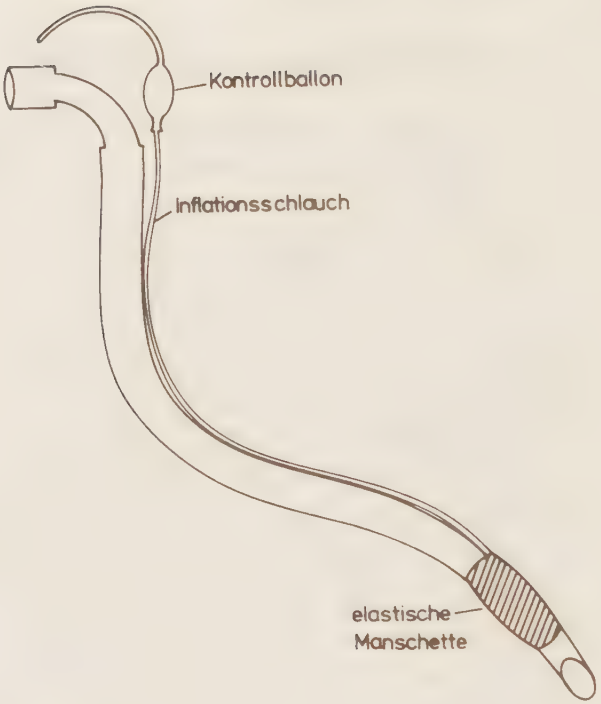


Abb. 3 Beispiel für einen Tubus mit herkömmlicher Druckmanschette

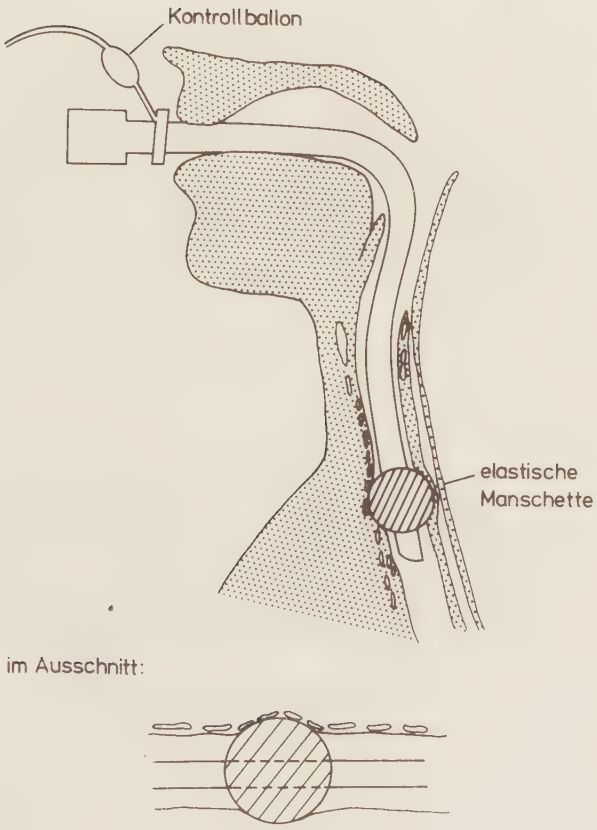


Abb. 4 Herkömmliche Manschette aufgeblasen in der Trachea im Längsschnitt. Der Tubus paßt sich der Trachea nicht an und preßt sie in eine runde Form.

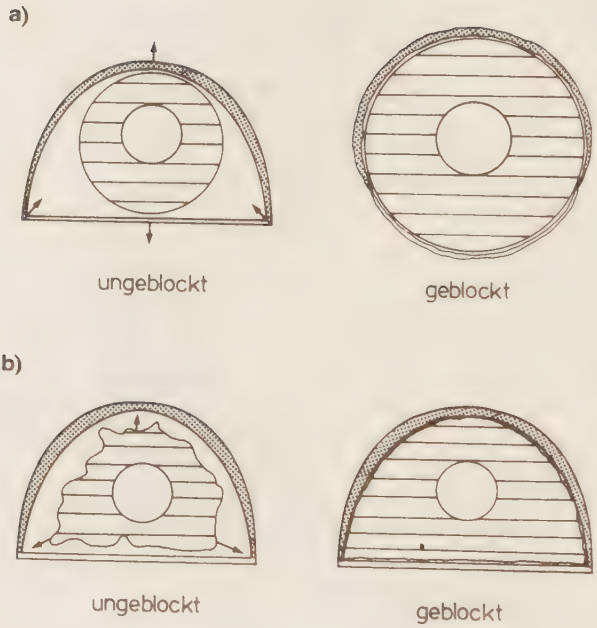


Abb. 5a Herkömmliche Blockungsmanschette in der Trachea im Querschnitt. Auch hier ist ersichtlich, wie die Trachea ungeachtet ihrer Eigenform in eine runde Form gepreßt wird.

Abb. 5b Niederdruckmanschette in der Trachea im Querschnitt. Sie zwingt der Trachea im aufgeblasenen Zustand keine fremde Form auf, sondern ihre Membran liegt der Trachealwand breitflächig auf und paßt sich der Schleimhautkonfiguration gut an.

erwähnt. So schrieben schon DWYER, KRONENBERG und SAKLAD (1949) über dieses Phänomen und empfahlen den Versuch, Tuben zu entwickeln, die sich der Trachealwand besser anlegen konnten, ohne Druck auf sie auszuüben, der über dem mittleren kapillären Druck von 17 mmHg lag. Entscheidenden Anstoß fand die Problematik und die Weiterentwicklung unseres Tubensystems durch die grundlegende Arbeit von LINDHOLM (1969). Seit einiger Zeit gibt es Tuben, die mit einem neuartigen Niederdruckmanschettensystem ausgestattet sind.

3.2. Intubation mit dem Niederdruckmanschetten-Tubus

Hergestellt ist der neuartige Niederdruckmanschetten-Tubus (Abb. 6) vollständig aus flexiblem PVC. Er besteht

1. aus einem halbstarren Tubus aus silikonisiertem PVC mit einem Röntgenkontrollstreifen am distalen Ende,
2. aus einer kontrollierten Niederdruckmanschette aus Weich-PVC, verbunden mit einem innenliegenden Inflationsschlauch,
3. aus einem besonderen Kontrollballon mit Regulierventil zur Begrenzung des Manschettendruckes auf 20-25 mmHg.

Die Besonderheit des Niederdruckmanschetten-Tubus ist das automatische Druckregelventil mit dem externen Kontrollballon. Wenn durch das Druckregelventil Luft injiziert wird, werden der externe Kontrollballon und die Niederdruckmanschette zusammen aufgeblasen. Hierdurch besteht eine ständige visuelle Kontrolle, so daß das für die Abdichtung der Trachea ausreichende Volumen vorhanden ist. Die dabei auf die Trachealwand entstehenden Drücke können ca. 15-20 mmHg nur in extremen Fällen und dann nur sehr kurzfristig überschreiten. Andere Manschetten dagegen müssen durch Manometer kontrolliert werden, da das Hinzufügen von nur 1 cc Luft nach Anlegen der Manschette an die Trachea-Innenwand

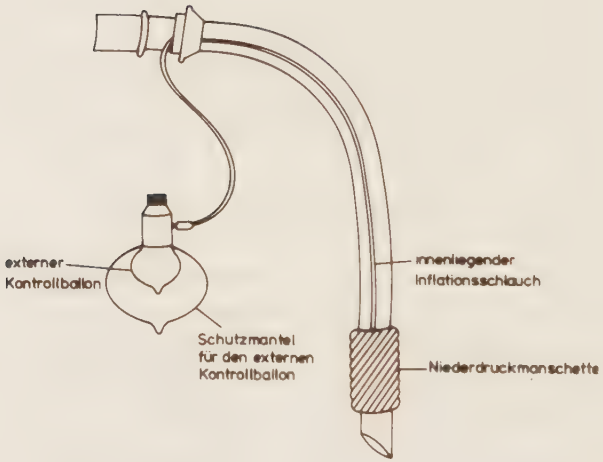
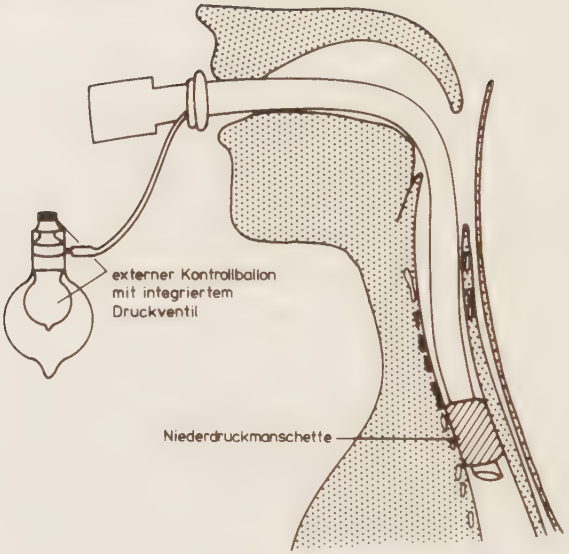


Abb. 6 Neuer Niederdruckmanschetten-Tubus mit automatischem Druckregelventil

Drücke von 120-150 mmHg ergibt, die damit sogar über den arteriellen Drücken liegen.

Der neue Niederdruckmanschetten-Tubus liegt der Trachealwand breitflächig auf und paßt sich der Schleimhautkonfiguration vollkommen an (Abb. 5b und 7), ohne einen Druck von 15 mmHg zu übersteigen. In der Inspirationsphase wird die Druckmanschette bei Übersteigen eines Inspirationsdruckes von 15 mmHg komprimiert, und der Luftausgleich nach außen erfolgt so langsam, daß durch die Kompression der Druck innerhalb der Druckmanschette kurzfristig auf weit höhere Werte ansteigen kann. Damit wird auch während einer Beatmung mit hohem Druck in der Inspirationsphase die Trachea vollkommen abgedichtet, ohne daß dieser Druck dauernd weiter auf die Trachealschleimhaut wirkt. In der Exspirationsphase kann die Schleimhaut alternierend wieder durchblutet werden, und die Hypoxiephase hält bei diesen Patienten nur über einen Bruchteil des Beatmungszyklus an, nämlich nur über die Endphase der Inspiration mit maximalem inspiratorischen Druck.



im Ausschnitt

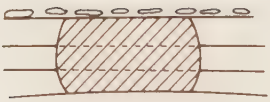


Abb. 7 Niederdruckmanschetten-Tubus aufgeblasen in der Trachea im Längsschnitt.

Der Tubus verändert die Trachealform nicht, sondern paßt sich der Anatomie der Trachea gut an.

4. METHODIK

4.1. Allgemeines Vorgehen

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung interessierte, in wie weit sich die Verwendung von verschiedenen Arten von Tuben auf die postoperative Empfindungslage des Patienten auswirkt, besonders aber, welche Häufigkeit und welcher Schweregrad von Komplikationen durch Intubation mit Tuben ohne kontrollierte Niederdruckmanschetten und solchen mit kontrollierten Niederdruckmanschetten hervorgerufen worden waren. Unsere Untersuchungen konnten sich entsprechend der klinischen Routine nur beschränken auf:

1. subjektive Angaben des Patienten,
2. Befunderhebung durch Auskultation und Perkussion,
3. Feststellung von Symptomatik wie Ex pectoration,
4. Röntgenkontrollen postoperativ bei Auftreten von Beschwerden.

Da es sich bei den Patienten um Patienten nach kleineren und größeren operativen Eingriffen handelte, die zusätzlich zu Allgemeinsymptomen führten, waren Symptome wie Fieber und Kreislauf (Blutdruck und Herzfrequenz) nicht verwertbar. Diese Symptome konnten ebenso gut durch Folgen des operativen Eingriffes verändert werden. Weiterhin schied von vorne herein eine lokale Inspektion postoperativ, die routinemäßig hätte durchgeführt werden können mittels Tracheoskopie, aus, da bekanntlicherweise eine Bronchoskopie bzw. Tracheoskopie erheblich größeren Schaden gesetzt hätte, als es bei der überwiegenden Mehrzahl der Patienten durch die Intubation erfolgt war.

4.2. Spezielle Durchführung der Untersuchung

Die Patienten wurden 6 Stunden, 12 Stunden und 48 Stunden nach einer Anästhesie mit begleitender Intubation aufgesucht und auf ihre Beschwerden untersucht.

1. Die Patienten wurden auf ihre Beschwerden befragt.
2. Patienten, die Beschwerden angaben, wurden auskultiert und perkuttiert.
3. Bei Patienten, bei denen schwerere Komplikationen seitens der oberen Luftwege vorlagen, wurde grundsätzlich eine Röntgenkontrollaufnahme durchgeführt.

Entsprechend der Befunderhebung wurden die Patienten eingeteilt in:

1. Patienten, die keine krankhaften Symptome der oberen Luftwege postoperativ aufwiesen und
2. Patienten, bei denen Komplikationen in irgendeiner Form vorlagen.

Die zweite Gruppe der Patienten wurde unterteilt in (Tab. 1):

a) Patienten mit sehr leichten Beschwerden: Reizhusten, leichte Schmerzen und Druckgefühl in der Trachea, wobei die Symptome bereits innerhalb 12 Stunden nach der Operation wieder verschwunden waren,

b) in solche Patienten, die schwerere Symptome aufwiesen mit Husten, Heiserkeit und Schmerzen und bei denen diese Symptomatik 12 Stunden überdauerte,

c) in Patienten, bei denen es zu allgemeiner Tracheobronchitis und Laryngitis, Schmerzen und obstruktiven Beschwerden, croup-ähnlichem Husten und Auswurf kam.

Das gesamte Patientenmaterial wurde in Altersgruppen von je 10 Jahrgängen unterteilt und auf eine eventuelle Altersabhängigkeit der Beschwerden untersucht. Außerdem wurde die Operationszeit mit in die Beurteilung hineingenommen, in der Absicht, eine Relation herstellen zu können zwischen Dauer der Intubation und Beschwerden.

4.3. Statistische Bearbeitung der Ergebnisse

Die statistische Bearbeitung der Zusammenstellung konzentrierte sich

1. auf den statistischen Vergleich der Abhängigkeit der Beschwerden nach Intubationen vom Alter und von der Dauer der Intubation bei herkömmlichen Manschetten und bei Intubation mit Tuben mit Niederdruckmanschetten,

2. auf einen Vergleich zwischen der Komplikationsrate bei Tuben mit herkömmlichen Manschetten und solchen mit Niederdruckmanschetten und des Häufigkeitsunterschieds von leichteren Komplikationen und schwereren.

Wir errechneten die Abhängigkeit des Alters und die Abhängigkeit der Intubationsdauer von der Symptomhäufigkeit bei Intubationen mit herkömmlichen Manschetten mittels x^2-Tests. In der gleichen Weise verfuhren wir mit der Niederdruckmanschette. Den Vergleich zwischen der Komplikationshäufigkeit von neuer und alter Manschette errechneten wir in einer 6-Felder-Tafel wieder mit Hilfe des x^2-Tests. Darauf folgte noch eine Berechnung des Unterschieds zwischen der Abhängigkeit der Symptomhäufigkeit bei Verwendung von Tuben mit herkömmlichen Manschetten von der OP-Dauer und der Symptomhäufigkeit bei Verwendung von Tuben mit Niederdruckmanschetten von der OP-Dauer.

Eine statistische Bearbeitung des therapeutischen Vorgehens war wegen der oft komplexen Erkrankungsbilder schlecht möglich. Es wurde ein Überblick über die Häufigkeit der verschiedenen therapeutischen Vorgehen bei Komplikationen im Trachealsystem nach Intubation gegeben. Unsere Therapie gliederte sich dabei in zwei Gruppen:

1. in Inhalation mit Expektorantien ohne Antibiotikatherapie und
2. in Inhalation mit Expektorantien und Antibiotikatherapie.

Dabei ist zu berücksichtigen, daß häufig Antibiotika nicht nur wegen der laryngitischen Symptome appliziert wurden, sondern auch aus Sicht des Operateurs zur Prophylaxe von Komplikationen im operativen Bereich indiziert waren.

5. ERGEBNISSE

Wir haben anhand eines Patientenmaterials von 272 Patienten versucht, die Häufigkeit der Komplikationen hauptsächlich aufgrund der postoperativen Empfindungslage der Patienten nach Intubationen mit herkömmlichen Druckmanschetten und solchen mit Niederdruckmanschetten darzustellen. Unser Patientenmaterial umfaßte 200 Patienten, die mit herkömmlichen Tuben intubiert wurden und 72 Patienten, bei denen neuartige Niederdruckmanschetten angewandt wurden. Das Patientenmaterial umfaßte Patienten beiderlei Geschlechts zwischen 20 und 70 Jahren. Die OP-Zeiten lagen zwischen 15 Minuten und über 3 Stunden.

5.1. Komplikationen bei Intubationen mit Tuben mit herkömmlichen Manschetten

5.1.1. Allgemeine Übersicht

Es wurden insgesamt 200 Patienten nach Intubationen mit herkömmlichen Manschetten eingehend befragt und untersucht. Von diesen 200 Patienten zeigten 44 keine Symptome und 156 Patienten Symptome irgendwelcher Art (Tab. 2), die auf Folgen der Intubation zurückgeführt werden konnten. Von diesen 156 Patienten zeigten 93 Patienten leichte Beschwerden, die von Reizhusten bis zu leichten Schmerzen in der Trachea und Druckgefühl reichten (Tab. 3). Die Symptome waren aber innerhalb von 12 Stunden wieder behoben.
51 Patienten wiesen stärkere Beschwerden auf mit erheblichem Husten, mit anhaltender Heiserkeit und stärkeren Schmerzen. Die Beschwerden hielten über 12 Stunden an, konnten aber noch nicht als Tracheobronchitis betrachtet werden. Bei 14 der 51 Patienten wurden Röntgenaufnahmen angefertigt, die keine pathologischen Veränderungen zeigten.
Bei 12 der 156 Patienten lag eine deutliche allgemeine Tracheobronchitis bzw. Laryngitis vor. Die Schmerzen waren stark. Es bestand Husten, bei 7 Patienten kam es im späteren Verlauf zu Auswurf (Tab.4).

Die Patienten litten unter obstruktiven Beschwerden. Bei 7 Röntgenaufnahmen (Tab. 6) konnte die Diagnose einer allgemeinen Tracheobronchitis gesichert werden, bei 5 Aufnahmen waren keine röntgenologisch nachweisbaren Veränderungen vorhanden. Die Diagnosen der Gruppen mittlere und starke Beschwerden konnten durch Auskultation gut identifiziert werden (Tab. 5).

Tab. 1 Einteilung der Beschwerden

Gruppe a: leichte Beschwerden	Gruppe b: mittelstarke Beschwerden	Gruppe c: starke Beschwerden
Reizhusten	Husten	allgemeine Tracheo-
leichte Schmerzen	Heiserkeit	bronchitis und Laryn-
Druckgefühl	Schmerzen	gitis
Symptome unter	Symptome über	obstruktive Beschwerden
12 Stunden	12 Stunden	Husten mit Auswurf
		Symptome über längere
		Zeit

Tab. 2 Intubationsbedingte Beschwerden nach Benutzung von Tuben mit herkömmlicher Manschette

Patienten insgesamt	keine Beschwerden	Beschwerden
200	44	156

Tab. 3 Subjektive Beschwerden bei allen 156 Patienten mit intubationsbedingten Beschwerden nach Benutzung von Tuben mit herkömmlichen Manschetten.

	Gruppe a (93 Patienten)	Gruppe b (51 Patienten)	Gruppe c (12 Patienten)	insgesamt
subjektive Beschwerden	93 Pat.	51 Pat.	12 Pat.	156 Pat.

Tab. 4 Expectoration bei 7 von 156 Patienten mit intubationsbedingten Beschwerden nach Benutzung von Tuben mit herkömmlichen Manschetten.

	Gruppe a (93 Patienten)	Gruppe b (51 Patienten)	Gruppe c (12 Patienten)	insgesamt
Expectoration	-	-	7 Pat.	7 Pat.

Tab. 5 Positive Auskultationsbefunde bei 40 von 156 Patienten mit intubationsbedingten Beschwerden nach Benutzung von Tuben mit herkömmlichen Manschetten.

	Gruppe a (93 Patienten)	Gruppe b (51 Patienten)	Gruppe c (12 Patienten)	insgesamt
Auskultationsbefund positiv	-	28 Pat.	12 Pat.	40 Pat.

Tab. 6 Positive Röntgenbefunde bei 7 von 156 Patienten mit intubationsbedingten Beschwerden nach Benutzung von Tuben mit herkömmlichen Manschetten.

	Gruppe a (93 Patienten)	Gruppe b (51 Patienten)	Gruppe c (12 Patienten)	insgesamt
Röntgenbefund positiv	-	-	7 Pat.	7 Pat.

5.1.2. Therapeutisches Vorgehen bei postoperativen Beschwerden nach Verwendung von Tuben mit herkömmlichen Manschetten

Von den Patienten mit leichten Komplikationen (93) wurden nur insgesamt 6 mit Inhalation und Expectorantien therapiert, und bei 2 Patienten kamen prophylaktisch Antibiotika zur Anwendung. Bei den Patienten der Gruppe mit mittelschweren Komplikationen wurden von 51 Patienten 29 mit Inhalation bzw. Expectorantien behandelt und insgesamt 12 mit Antibiotika. Die Patienten der Gruppe schwere Komplikationen wurden grundsätzlich mit Inhalation und Expectorantien therapiert, und allen Patienten wurden Antibiotika appliziert, um schwerere Komplikationen wie Pneumonien z.B. zu vermeiden (Tab. 7, Tab. 8).

Tab. 7 Inhalations- und Expectorantien-Therapie zur Behebung von Komplikationen durch Tuben mit herkömmlichen Manschetten

	Gruppe a (93 Patienten)	Gruppe b (51 Patienten)	Gruppe c (12 Patienten)	insgesamt
Inhalation u. Expectorantien	6 Pat.	29 Pat.	12 Pat.	47 Pat.

Tab. 8 Antibiotika zur Prophylaxe schwerer Komplikationen durch Tuben mit herkömmlichen Manschetten.

	Gruppe a (93 Patienten)	Gruppe b (51 Patienten)	Gruppe c (12 Patienten)	ins-gesamt
Antibiotika	2 Pat.	12 Pat.	12 Pat.	26 Pat.

5.1.3. Altersabhängigkeit der postoperativen Beschwerden nach Verwendung von Tuben mit herkömmlichen Manschetten

Unser Patientengut umfaßte alle Altersgruppen zwischen 20 und 70 Jahren. Um feststellen zu können, ob eine Abhängigkeit zwischen Alter und Schweregrad der Komplikationen bestand, teilten wir die 200 Patienten in 5 Altersgruppen ein. Tabelle 9 zeigt die Verteilung der Beschwerden auf die einzelnen Altersgruppen.

Tab. 9 Verteilung der Beschwerden auf die Altersgruppen bei der herkömmlichen Manschette

Alter	keine Beschwerden	leichte Beschwerden (a)	mittlere u. starke B. (b+c)	insgesamt
20-29 J.	8 27 %	12 40 %	10 33 %	30 100 %
30-39 J.	9 20 %	21 47 %	15 33 %	45 100 %
40-49 J.	11 19 %	31 53 %	16 28 %	58 100 %
50-59 J.	12 26 %	22 48 %	12 26 %	46 100 %
60-69 J.	4 19 %	7 33 %	10 48 %	21 100 %
insgesamt	44	93	63	200

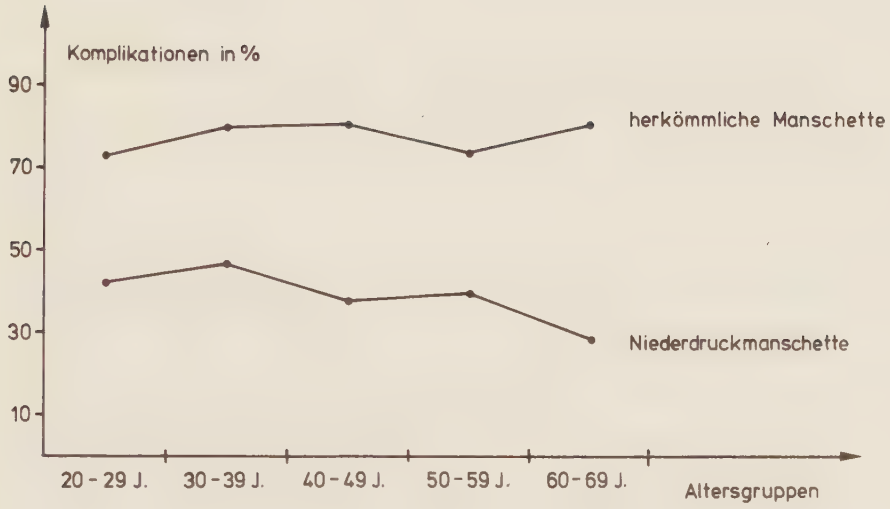


Abb. 8 Häufigkeit der Komplikationen (in Prozent) bei
a) der herkömmlichen Manschette und bei
b) der Niederdruckmanschette
in Abhängigkeit vom Alter.

Die Kurven zeigen, daß bei beiden Manschettenarten keine Abhängigkeit der Komplikationshäufigkeit vom Alter besteht, wie auch durch Signifikanzberechnung

$$(x^2_a = 5.25 , \; x^2_b = 2.53)$$

bestätigt wurde.

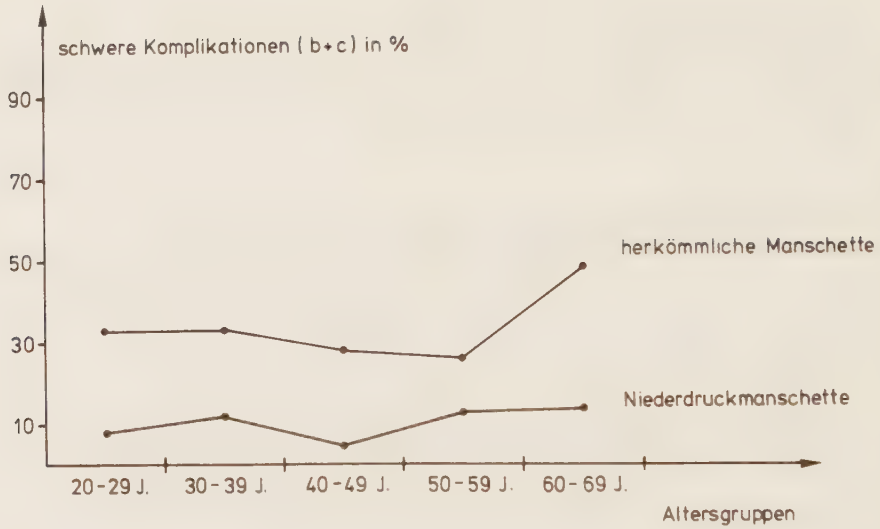


Abb. 9 Häufigkeit der schweren Komplikationen (in Prozent) bei herkömmlichen Manschetten und Niederdruckmanschetten in Abhängigkeit vom Alter.

Die Kurven zeigen keinen Anhaltspunkt für eine Altersabhängigkeit des Schweregrades der Komplikationen.

Im x^2-Test, der zur Ermittlung der Altersabhängigkeit der Symptome durchgeführt wurde, erhielten wir bei acht Freiheitsgraden das Ergebnis $x^2 = 5.25$, das heißt, es ergab sich keine signifikante Altersabhängigkeit der Beschwerden. Abbildung 8 und 9 verdeutlichen noch einmal, daß die Kurven mit zunehmendem Alter keinerlei Tendenz nach oben oder unten zeigen.

5.1.4. Abhängigkeit der postoperativen Beschwerden von der OP-Dauer nach Verwendung von Tuben mit herkömmlichen Manschetten

Als nächstes prüften wir, ob die OP-Dauer einen Einfluß auf Häufigkeit und Schweregrad der Komplikationen hatte. Dazu teilten wir unser Patientengut in 2 Gruppen ein: in Patienten, bei denen Operationen mit OP-Zeiten bis zu einer Stunde durchgeführt wurden und in solche, bei denen der operative Eingriff länger dauerte. Die Verteilung der aufgetretenen Beschwerden in Abhängigkeit von der Operationszeit stellt Tabelle 10 dar.

Tab. 10 Abhängigkeit der Beschwerden von der OP-Dauer bei herkömmlichen Manschetten

OP-Dauer	keine Beschwerden	leichte Beschwerden (a)	mittlere u. starke B. (b+c)	insgesamt
bis 60 Min.	43 32 %	61 46 %	30 22 %	134 100 %
über 60 Min.	1 1 %	32 49 %	33 50 %	66 100 %
insgesamt	44	93	63	200

Wir führten mit den in der Tabelle angegebenen Werten den x^2-Test durch, dessen Ergebnis bei zwei Freiheitsgraden mit $x^2 = 29.57$ auf dem 0,1 %-Niveau einen gesicherten Zusammenhang zwischen OP-Zeit und Symptomhäufigkeit brachte. Aus Abbildung 10 wird dieser Zusammenhang deutlich durch den Anstieg der Kurven bei Zunahme der OP-Dauer.

5.2. Komplikationen bei Intubationen mit Tuben mit Niederdruckmanschetten

5.2.1. Allgemeine Übersicht

Es wurden 72 Patienten nach Intubationen mit Niederdruckmanschetten nach ihrem Befinden bezüglich der oberen Luftwege befragt und eingehend untersucht. Von diesen 72 Patienten zeigten 43 keine Symptome und 29 klagten über Beschwerden, die auf die Intubation zurückgeführt werden mußten. 22 dieser 29 Patienten hatten leichte Beschwerden, die zur Gruppe a (siehe Tab. 1) zu zählen waren. 6 Patienten wiesen stärkere Beschwerden auf, die man schon der Gruppe b (Tab. 1) zuteilen mußte und die durch Auskultation einwandfrei zu identifizieren waren. Nur 1 Patient zeigte tracheobronchitische und laryngitische Beschwerden (Gruppe c). Er klagte über starken Husten mit Auswurf und über anhaltende Heiserkeit. Auskultatorisch und röntgengenologisch waren die Beschwerden einwandfrei zu objektivieren.

Tab. 11 Intubationsbedingte Beschwerden nach Benutzung von Tuben mit Niederdruckmanschetten

Patienten insgesamt	keine Beschwerden	Beschwerden
72	43	29

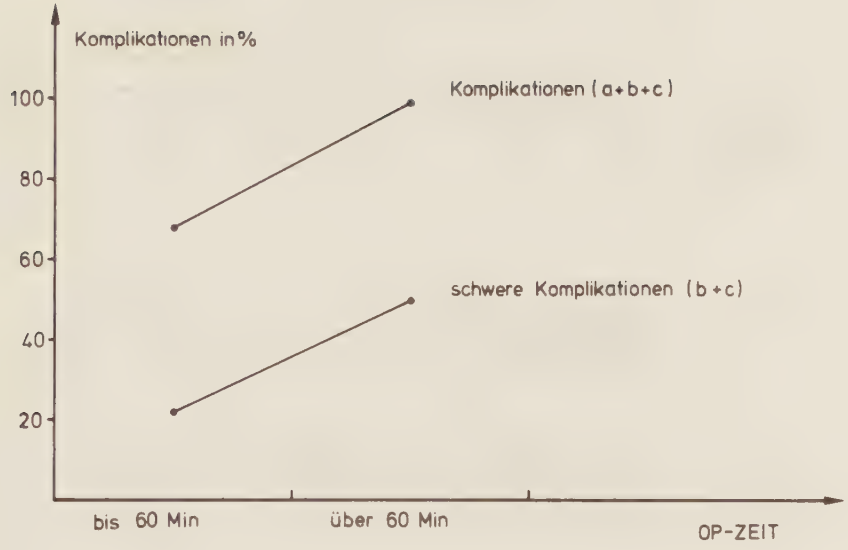


Abb. 10 Häufigkeit und Schweregrad der Komplikationen (in Prozent) bei der herkömmlichen Manschette in Abhängigkeit von der OP-Dauer.

Beide Kurven zeigen mit zunehmender OP-Dauer einen Anstieg der Komplikationsrate ($x^2 = 29.57$).

Tab. 12 Subjektive Beschwerden bei allen 29 Patienten mit intubationsbedingten Beschwerden nach Benutzung von Tuben mit Niederdruckmanschetten

	Gruppe a (22 Patienten)	Gruppe b (6 Patienten)	Gruppe c (1 Patient)	ins-gesamt
subjektive Beschwerden	22 Pat.	6 Pat.	1 Pat.	29 Pat.

Tab. 13 Expectoration bei einem von 29 Patienten mit intubationsbedingten Beschwerden nach Benutzung von Tuben mit Niederdruckmanschetten

	Gruppe a (22 Patienten)	Gruppe b (6 Patienten)	Gruppe c (1 Patient)	ins-gesamt
Expectoration	-	-	1 Pat.	1 Pat.

Tab. 14 Positive Auskultationsbefunde bei 4 von 29 Patienten mit intubationsbedingten Beschwerden nach Benutzung von Tuben mit Niederdruckmanschetten

	Gruppe a (22 Patienten)	Gruppe b (6 Patienten)	Gruppe c (1 Patient)	ins-gesamt
Auskultationsbefund positiv	-	3 Pat.	1 Pat.	4 Pat.

Tab. 15 Ein positiver Röntgenbefund bei einem von 29 Patienten mit intubationsbedingten Beschwerden nach Benutzung von Tuben mit Niederdruckmanschetten

	Gruppe a (22 Patienten)	Gruppe b (6 Patienten)	Gruppe c (1 Patient)	ins-gesamt
Röntgenbefund positiv	-	-	1 Pat.	1 Pat.

5.2.2. Therapeutisches Vorgehen bei postoperativen Beschwerden nach Verwendung von Tuben mit Niederdruckmanschetten

Nur zwei Patienten von den 22 Patienten der Gruppe a benötigten eine Inhalations- und Expectorantientherapie, die prophylaktisch mit Antibiotika kombiniert wurde. Von den Patienten mit mittelschweren Komplikationen (6) wurden 3 mit Inhalation und Expectorantien therapiert, und einem Patienten wurden Antibiotika verordnet (Tab. 16, Tab. 17). Bei dem Patienten mit schweren Komplikationen wurde eine Inhalations- und Expectorantien-Therapie kombiniert mit Antibiotika durchgeführt (Tab. 16, Tab. 17).

Tab. 16 Inhalations- und Expectorantien-Therapie zur Behebung von Komplikationen durch Tuben mit Niederdruckmanschetten

	Gruppe a (22 Patienten)	Gruppe b (6 Patienten)	Gruppe c (1 Patient)	ins-gesamt
Inhalation u. Expectorantien	2 Pat.	3 Pat.	1 Pat.	6 Pat.

Abb. 17 Antibiotika zur Prophylaxe schwerer Komplikationen durch Tuben mit Niederdruckmanschetten

	Gruppe a (22 Patienten)	Gruppe b (6 Patienten)	Gruppe c (1 Patient)	ins-gesamt
Antibiotika	2 Pat.	1 Pat.	1 Pat.	4 Pat.

5.2.3. Altersabhängigkeit der postoperativen Beschwerden nach Verwendung von Tuben mit Niederdruckmanschetten

Es war unser Bestreben, herauszufinden, ob zwischen Alter und Häufigkeit bzw. Schweregrad der Komplikationen eine Verbindung bestand. Zu diesem Zweck stellten wir eine Tabelle auf, in der die Patienten in 5 Altersgruppen eingeteilt wurden. Diese Altersgruppen umfaßten 20-jährige bis einschließlich 69-jährige Patienten. Die Streuung der Beschwerden über die Altersgruppen zeigt Tab. 18.

Tab. 18 Verteilung der Beschwerden auf die Altersgruppen bei der Niederdruckmanschette

Alter	keine Beschwerden	leichte Beschwerden (a)	mittlere u. starke B. (b+c)	insgesamt
20-29 J.	7 58 %	4 34 %	1 8 %	12 100 %
30-39 J.	9 53 %	6 35 %	2 12 %	17 100 %
40-49 J.	13 62 %	7 33 %	1 5 %	21 100 %
50-59 J.	9 60 %	4 27 %	2 13 %	15 100 %
60-69 J.	5 71 %	1 15 %	1 14 %	7 100 %
insgesamt	43	22	7	72

Die Abhängigkeit des Alters von der Symptomhäufigkeit und -schwere ermittelten wir durch den x^2-Test, wobei bei acht Freiheitsgraden das Ergebnis $x^2 = 2.53$ nicht statistisch signifikant war. Bei der Niederdruckmanschette ergab sich also auch kein Zusammenhang zwischen Häufigkeit- und Schweregrad der Beschwerden und dem Alter. Die Abbildungen 8 und 9 weisen noch einmal darauf hin.

5.2.4. Abhängigkeit der postoperativen Beschwerden von der OP-Dauer nach Verwendung von Tuben mit Niederdruckmanschetten

Wieder gingen wir so vor, daß wir eine Tabelle aufstellten, in der wir nach Intubationsdauer, nämlich bis 60 Minuten und über 60 Minuten, und nach Komplikationshäufigkeit unterschieden. Die Tabelle zeigte somit die Verteilung der Beschwerden in Abhängigkeit von der Dauer der Intubation.

Tab. 19 OP-Dauer-Abhängigkeit der Beschwerden bei der Niederdruckmanschette

OP-Dauer	keine Beschwerden	leichte Beschwerden (a)	mittlere u. starke B. (b+c)	insgesamt
bis 60 Min.	31 63 %	14 29 %	4 8 %	49 100 %
über 60 Min.	12 52 %	8 35 %	3 13 %	23 100 %
insgesamt	43	22	7	72

Bei Anwendung des x^2-Tests erhielten wir das Ergebnis $x^2 = 0.90$, was bei zwei Freiheitsgraden statistisch nicht signifikant war. Das bedeutete, daß bei der Niederdruckmanschette kein Zusammenhang

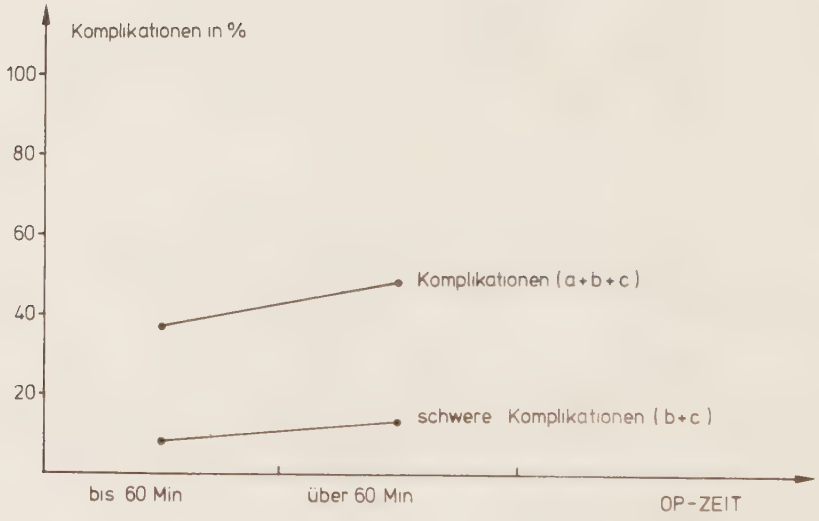


Abb. 11 Häufigkeit und Schweregrad der Komplikationen (in Prozent) bei der Niederdruckmanschette in Abhängigkeit von der OP-Dauer.

Beide Kurven zeigen einen so minimalen Anstieg, daß dieser nicht als Abhängigkeit der Komplikationsschwere- und häufigkeit von der OP-Dauer zu deuten ist ($x^2 = 0.90$).

zwischen der OP-Dauer und der Häufigkeit der Beschwerden nachgewiesen werden konnte, was auch Abbildung 11 zeigt.

5.3. Statistischer Vergleich zwischen der Symptomhäufigkeit bei Verwendung von Hoch- und Niederdruckmanschetten

5.3.1. Gesamtmaterial

Wir stellten eine 6-Felder-Tafel auf, in der wir die zwei Manschettenarten in der Symptomhäufigkeit- und Stärke miteinander verglichen.

Tab. 20 Symptomabhängigkeit von der Manschettenart

	keine Symptome	leichte Symptome (a)	mittlere u. schwere S. (b+c)	insgesamt
alte Manschette	44 22 %	93 47 %	63 31 %	200 100 %
neue Manschette	43 60 %	22 31 %	7 9 %	72 100 %
insgesamt	87	115	70	272

Es zeigte sich, daß bei der herkömmlichen Manschette 78 % der Patienten postoperative Beschwerden aufwiesen, während es sich bei der Niederdruckmanschette nur um 40 % handelte. Abbildung 12 stellt die Zahl der Komplikationen bei Patienten, die mit Hochdruckmanschetten-Tuben beatmet worden sind und bei solchen, die mit Niederdruckmanschetten-Tuben beatmet wurden, in Abhängigkeit vom Alter graphisch dar. Im x^2-Test, der bei zwei Freiheitsgraden durchgeführt wurde, lag das Ergebnis $x^2 = 36.49$ auf dem 0,1 %-

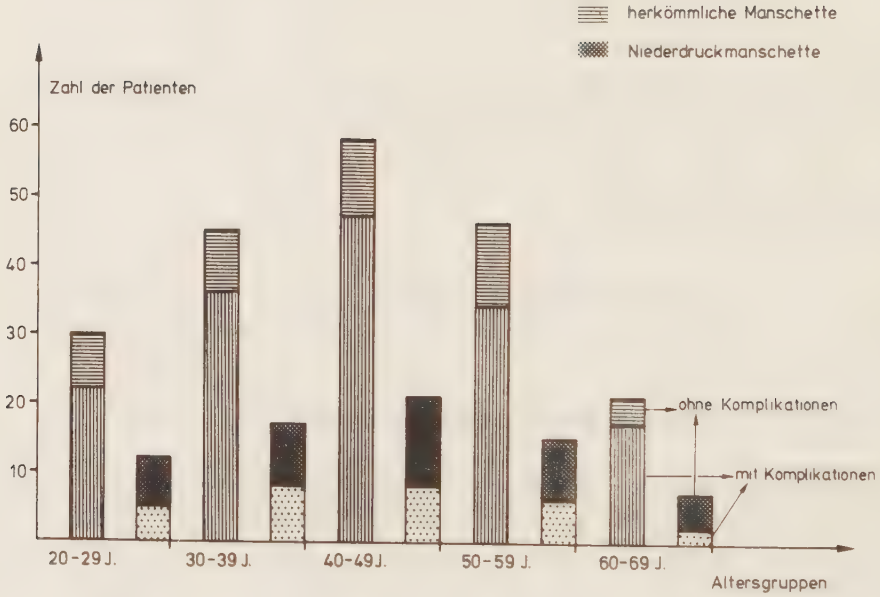


Abb. 12 Übersicht über die Zahl der Patienten mit und ohne Komplikationen bei Hoch- und Niederdruckmanschetten in Abhängigkeit vom Alter.

Niveau und war damit statistisch hochsignifikant. Das bedeutete einen gesicherten Zusammenhang zwischen der Komplikationshäufigkeit und der Wahl der Manschette; mit anderen Worten: die herkömmlichen Manschetten wiesen eine erheblich höhere Anzahl postintubatorischer Beschwerden auf als die Niederdruckmanschetten.

5.3.2. Altersabhängigkeit der postoperativen Beschwerden nach Verwendung von Tuben mit herkömmlichen Manschetten und Tuben mit Niederdruckmanschetten

Die Altersabhängigkeit der Beschwerden hatte sich sowohl bei der herkömmlichen Manschette als auch bei der Niederdruckmanschette als statistisch nicht signifikant herausgestellt (siehe Tab. 21).

Tab. 21 Altersabhängigkeit bei Hochdruck- und Niederdruckmanschetten

	keine Altersabhängigkeit	Altersabhängigkeit
herkömmliche Manschette	+	-
Niederdruck-manschette	+	-

Eine Berechnung des Unterschiedes zwischen der Altersabhängigkeit bei Hoch- und Niederdruckmanschetten erübrigt sich damit.

5.3.3. Abhängigkeit der postoperativen Beschwerden von der OP-Dauer nach Verwendung von Tuben mit herkömmlichen Manschetten und Tuben mit Niederdruckmanschetten

Die Abhängigkeit der Komplikationshäufigkeit von der OP-Dauer hatte sich bei der herkömmlichen Manschette als statistisch hochsignifikant erwiesen, während sie bei der Niederdruckmanschette nicht statistisch signifikant war. Wir berechneten nun den Unterschied zwischen der Symptomhäufigkeit von Tuben mit herkömmlichen Manschetten von der OP-Dauer und der Symptomhäufigkeit von Tuben mit Niederdruckmanschetten von der OP-Dauer. Dazu bezogen wir uns auf ein Rechenbeispiel aus dem Buch "Statistics in Research" von B.OSTLE (1963 [2]). Als erstes schrieben wir die Abhängigkeit der Beschwerden von der OP-Dauer bei alter und neuer Manschette auf zwei 4-Felder-Tafeln. Wir führten damit noch einmal den x^2-Test durch und erhielten ein gleichlautendes Ergebnis wie bei Berechnung über 6-Felder-Tafeln. Um Informationsmaterial zu kumulieren, addierten wir die beiden x^2-Werte für Hoch- und Niederdruckmanschetten und kamen zu x_1^2 24.08 + x_2^2 0.80 = x^2_{pooled} 24.88 , was bei zwei Freiheitsgraden auf dem 0,1 %-Niveau statistisch gesichert war. Das Folgende war die Bildung eines x^2_{total} , was bedeutete, daß wir aus unserer Betrachtung die Trennung der zwei Manschettenarten herausließen und in einer 4-Felder-Tafel die 272 Patienten nur nach dem Auftreten der Symptome und nach der Intubationsdauer trennten (siehe Tabelle 22).

Tab. 22 Abhängigkeit der Symptome des gesamten Patientengutes von der OP-Dauer

OP-Dauer	keine Symptome	Symptome	insgesamt
bis 60 Minuten	74	109	183
über 60 Minuten	13	76	89
insgesamt	87	185	272

Einen Teil des Informationsmaterials ließen wir damit außer acht. x^2_{total} ergab bei einem Freiheitsgrad das Ergebnis 18.36, was auf dem 0,1 %-Niveau statistisch gesichert war. Der letzte Schritt unserer Berechnung war die Bildung der Differenz zwischen x^2_{pooled} und x^2_{total}, die wir $x^2_{inhomogen}$ nannten. Die Zahlenwerte lauteten: 24.88-18.36 = 6.52. Der Unterschied zwischen der Abhängigkeit der Symptomhäufigkeit von herkömmlichen Manschetten von der OP-Dauer und der Symptomhäufigkeit von Niederdruckmanschetten von der OP-Dauer lag damit bei einem Freiheitsgrad mit $x^2_{inhomogen}$ = 6.52 auf dem 5 %-Niveau und war statistisch auffällig. $x^2_{inhomogen}$ stellte das Maß für die Heterogenität der beiden Stichproben dar.

6. DISKUSSION

6.1. Überblick über die signifikanten Ergebnisse

Die von uns durchgeführte Untersuchung bestätigte mit einem statistisch hochsignifikanten Ergebnis, daß die Anwendung neuartiger Tuben mit Niederdruckmanschetten für Intubationsnarkosen eine bedeutende Verminderung der postintubatorischen Beschwerden der Patienten zur Folge hat. Der Prozentsatz von postintubatorischen Beschwerden sinkt von 78 % bei Verwendung von Tuben mit herkömmlicher Druckmanschette auf nahezu die Hälfte, ca. 40 %, bei Verwendung dieser neuen Tuben ab. Während bei den herkömmlichen Tuben eine deutliche Steigerung der Beschwerden mit länger werdender Intubationsdauer zu verzeichnen ist, läßt sich eine signifikant gesteigerte Beschwerdehäufigkeit bei länger als einer Stunde liegenden Tuben mit Niederdruckmanschetten nicht feststellen.

6.2. Methodenkritik

Die Durchführung der Untersuchung begann mit einer Befragung der Patienten erstmalig 6 Stunden nach der Operation und einer nochmaligen Befragung 12 Stunden nach Beendigung der Operation. Patienten, die Symptome angaben, wurden 48 Stunden später erneut aufgesucht. Da sich laryngitische Symptome grundsätzlich in subjektiven Beschwerden niederschlagen dürften, wurde diese Befragung zur Elimination von beschwerdefreien Patienten als ausreichend befunden, zumal bei der Befragung vom Untersucher gleichzeitig darauf geachtet wurde, ob eventuell eine belegte Stimme festzustellen war.

Nur Patienten, die bei dieser Befragung Beschwerden angaben, oder bei denen eine belegte Stimme vorlag, wurden weiter untersucht und kontrolliert. Es wurden die in der Methodik beschriebenen Untersuchungen durchgeführt.

Da ein Großteil der verzeichneten Beschwerden auf die von den Patienten angegebenen subjektiven Aussagen beruhte, diese aber von der Befragungsweise des Untersuchers sehr stark abhängig sind, wurde die postoperative Befragung und Untersuchung aller Patienten von derselben Person durchgeführt. Die untersuchende Person war über die verwendete Tubenart bei der Befragung und Untersuchung der Patienten noch nicht informiert. Damit konnte ein subjektiver Einfluß der untersuchenden Person auf Befragung und Untersuchung ausgeschlossen werden. Es erscheint vom methodisch-kritischen Standpunkt her die Objektivität der vorliegenden Untersuchung gewährleistet zu sein.

6.3. Literaturvergleich

6.3.1. Pathologisch-anatomische Beschreibung der Trachealwandschäden

Wie MINNIGERODE (1961) ausführlich beschrieb, findet man schon 4 Tage nach fortgesetzter Trachealintubation bleibende Tracheal- und Kehlkopfschäden mit Dekubitalgeschwüren der Wand. Im Laufe der folgenden Jahre wurde immer wieder auf Trachealwandläsionen nach oraler Intubation und auch nach Tracheostomy hingewiesen (STILES 1965, TONKIN und HARRISON 1966, KLEINSASSER 1968, PEARSON, GOLDBERG und da SILVA 1968, COOPER, HERMES und GRILLO 1969, HEDDEN, ERSOZ und SAFAR 1969, MILLER und SETHI 1969). HEDDEN, ERSOZ und SAFAR beschrieben (1969) in einer groß angelegten Studie über Sonderfälle, die sogar zu tracheoösophagealen Fisteln führten.

6.3.2. Pathogenese der Trachealwandschäden als Folge von Tubenform und Tubenlage

BERGSTRÖM, MOBERG und ORELL beschäftigten sich (1962) mit der Pathogenese der Trachealwandschäden. Allerdings führten sie die

Tracheomalacie bzw. Ulcerationen der Trachealwand mehr auf die Tubusform zurück. Einen ähnlichen Ansatz machten vorher schon DWYER, KRONENBERG und SAKLAD (1949), als sie in einer vergleichenden Studie verschiedene Formen von Intubationstuben untersuchten und eine Form vorschlugen, die sich mehr den morphologischen Gegebenheiten anpaßte.

Während ein Großteil der Autoren lediglich die Schäden nach Intubationen aufzeigte und auf die Bedeutung der Intubationsdauer hinwies, beschäftigten sich die zuletzt genannten Autoren schon mit der Pathogenese. Allerdings blieben sie bei der Diskussion der Tubenform stehen.

6.3.3. Pathogenese der Trachealwandschäden als Folge des Manschettendruckes

Daß pathophysiologisch die Blockungsmanschette mit ihrer Druckausübung auf die Trachealwand die entscheidende Rolle für das Setzen von Trachealwandschäden spielen könnte, wurde erst in den letzten Jahren in seiner Bedeutung erkannt. KLEINSASSER (1968) führte die Stenosen im Bereich des Abdichtballons noch auf Schäden durch Scheuern des Ballons statt auf den Druck zurück. Den engen Zusammenhang zwischen Trachealwandschäden und Druck in der Manschette konnten PEARSON et al. (1968) an einer Serie von Hundeversuchen nachweisen. Die Veränderungen an der Trachealwand in Abhängigkeit von der Dauer der Druckeinwirkung durch die Manschette zeigten COOPER et al. (1969). Bereits nach 48 Stunden waren bei ihren Untersuchungen in allen Fällen Tracheitis, Ulcerationen der Mucosa und Fragmentationen des Knorpels nachweisbar. Nach HEDDEN et al. (1969) finden sich nach Intubation von weniger als 24 Stunden Oedeme und Entzündungen im Larynx und in der Trachea, nach mehr als 24 Stunden Geschwüre und nach mehr als 72 Stunden besteht durch Betäubung des Nervenplexus im Bereich der oberen Trachea nach der Extubation die

Gefahr der Aspiration. Es wurde ein kombiniertes Vorgehen von Entwicklung besser konstruierter Tuben und Entwicklung von Manschetten mit niedrigerem Druck vorgeschlagen. MILLER und SETHY (1969) bezeichneten den Manschettendruck als den größten äthiologischen Faktor bei Trachealverletzungen durch die Intubation. Sie machten Hundeversuche in drei Gruppen. Bei konstant aufgeblasenen Manschetten über 14 Tage starben bereits einige Hunde an Schleimhautveränderungen der Trachea. Nach 2 Tagen fanden sich schwere Ulcerationen, Granulationen und Freilegung des Knorpels. In den zwei weiteren Gruppen wurde die Manschette intermittierend aufgeblasen, wobei mindestens 5 Minuten in der Stunde die Manschette ungeblockt war. Dabei fand man keine Knorpelschäden mehr, weniger Ulcerationen und zum Teil nur noch leichtere Erosionen.

6.3.4. Bedeutung der Beschaffenheit der Manschettenmembran für postintubatorische Trachealwandschäden

1957 wiesen bereits ADRIANI und PHILLIPS darauf hin, daß der größte Druck beim Aufblasen der Manschette dazu gebraucht wird, die Elastizität des Gummis zu überwinden. Sie schlugen deshalb dünnere, unelastischere Gummimembranen vor. LAURIA und ANDERSEN (1969) entwickelten einen Tubus, der durch Anschluß der Manschette an den Beatmungsschlauch nur in der Inspirationsphase aufgeblockt wurde und damit in der Exspirationsphase eine Normaldurchblutung der Schleimhaut gewährleistete. Der Nachteil dieser Form des Vorgehens zur Vermeidung einer länger anhaltenden Mangeldurchblutung der Schleimhaut durch äußere Druckeinwirkung (siehe Physiologie Seite 2) bestand in der Aspirationsgefahr während der völligen Erschlaffung der Druckmanschette in der Ausatmungsphase. Den Ansatz von ADRIANI und PHILLIPS (1957) nahmen GEFFIN und PONTOPPIDAN (1969) wieder auf, indem sie die Gummimembran der Druckmanschette durch Vordehnung dünner, un-

elastischer und damit der Trachealkonfiguration anpassungsfähiger gestalteten. Allerdings waren durch die unzureichende Dehnung teilweise doch noch hohe Drucke notwendig.

6.3.5. Druckunterschiede bei Blockung mit Hochdruckmanschetten und mit Niederdruckmanschetten

Druckuntersuchungen wurden von CARROL, HEDDEN und SAFAR (1969) ausführlich beschrieben, wobei bei allen herkömmlichen Tuben die Drücke über 100 mmHg in der Manschette und über 40 mmHg an der Trachealwand betrugen. Ähnliche Werte fand LÜDER bereits 1961, wobei teilweise Maximaldrücke von 760 mmHg in der Manschette erreicht wurden. Es ist durchaus verständlich, daß diese Drücke eine Perfusion der Schleimhaut vollkommen zum Erliegen bringen.

In Vorversuchen demonstrierten CARROLL, HEDDEN und SAFAR (1969) durch Druckmessungen in der Manschette und an der Trachealwand, daß sich mit Drücken von maximal 12-14 mmHg bei faltbaren Gummimembranen mit großem Residualvolumen in der Manschette eine Blockierung der Trachea ermöglichte. Dieses führte zu der Entwicklung von Tuben mit sehr schlaffen Manschettenmembranen, wobei das bisher Gummi durch Teflon oder andere Plastikstoffe ersetzt wurde. LOMHOLT (1967) ging so weit, daß er Manschetten verwendete, die bei Übersteigen eines Manschettendruckes von 50 cm H_2O platzten. COOPER und GRILLO (1969) verwendeten Latexmanschetten, die sich extrem gut der Trachea anpaßten und dadurch keines hohen Innendruckes bedurften. In einer pathologisch-anatomischen Studie untersuchten LÜDEMANN und WITTE (1972) und KRAUSE und LÜDEMANN (1972) ausführlich den Unterschied zwischen den Wirkungen von Hochdruck- und Niederdruckmanschetten auf die Trachealwand, wobei sie von der Morphologie her auf die unbedingte Notwendigkeit der Entwicklung

von sich an die verschiedenen Trachealformen anpassungsfähige Niederdruckmanschetten hinwiesen.

6.3.6. Klinische Relevanz der Verwendung von Niederdruckmanschetten

Unsere Untersuchung bestätigte nun die klinische Relevanz der zuvor beschriebenen Überlegungen in deutlicher Weise. Daß Niederdruckmanschetten, wie die von uns verwandten, von der Firma Portex entwickelten, bei Vorliegen eines externen Ausgleichsballons mit großem Volumen eine Innendruckbeschränkung auf 14 mmHg und eine Trachealwanddruckbeschränkung auf unter 12 mmHg zeigen, wurde schon von CARROLL, HEDDEN und SAFAR (1969) beschrieben und auch von LÜDEMANN und WITTE (1972) bestätigt. Bei diesen überschritt der Druck innerhalb der Druckmanschette 20 mmHg nicht, wobei der maximale Trachealwanddruck weit darunter lag.

Untersuchungen, wie sie von uns in bezug auf die postoperative Empfindungslage der Patienten durchgeführt wurden, das heißt, die vorübergehende Symptomatik erfassend, wie sie nach relativ kurzfristigen Einwirkungen der Druckmanschetten auf die Trachealwand ohne bleibende nachweisbare Veränderungen auftritt, sind unseres Wissens bisher in der Literatur nicht beschrieben worden. Jedoch bestätigen die Untersuchungen von COOPER und GRILLO (1969), die bei Langzeitintubationen mit Hochdruck- und Niederdruckmanschetten durchgeführt wurden, daß sich bei Verwendung von Niederdruckmanschetten selbst bei Langzeitintubationen keine signifikanten Läsionen der Schleimhaut finden lassen.

6.3.7. Schlußfolgerung

Aus dem zuvor beschriebenen ergibt sich die Forderung nach der ausschließlichen Verwendung von Niederdruckmanschetten. Damit rückt das Problem der finanziellen Situation in den Vordergrund. Tuben mit Niederdruckmanschetten sollten möglichst als Einmalartikel verwandt werden, da die unelastische Manschettenmembran nach Nachlassen des Innendruckes nicht in ihre Ausgangslage zurückkehrt. Der Preis eines Einmaltubus mit Niederdruckmanschette beläuft sich auf ca. 15 DM, damit wäre jede Intubationsnarkose mit einem im Vergleich zu anderen therapeutischen Maßnahmen enorm hohen zusätzlichen Unkostensatz verbunden. Herkömmliche Tuben dagegen ließen sich bei Preisen von 20-30 DM fast unbeschränkt oft wieder verwenden. Wir glauben jedoch, daß bei der erheblichen Reduzierung der postoperativen Beschwerden in einem sozialen Wohlfahrtsstaat wie dem unsrigen trotz des Kostenzuwachses jeder Patient Anspruch auf eine so sehr schonende Behandlungsmethode haben sollte.

7. ZUSAMMENFASSUNG

Die Nebenwirkungen von anästhesiologischen Eingriffen auf die postoperative Empfindungslage wurden bisher kaum berücksichtigt. Das gilt in besonderem Maße auch für die Beschwerden im Bereich der Trachea nach Intubationen. Diese Beschwerden können auf laryngitische Reizsymptome nach vorübergehender ischämischer Hypoxie der Trachealschleimhaut im Bereich der Druckmanschette der für die Intubation benutzten Tuben zurückgeführt werden.

Bisher wurden Tuben mit Druckmanschetten benutzt, deren Wanddruck über dem mittleren Kapillardruck der Schleimhaut lag und deren Innendruck relativ schlecht steuerbar war. Neu entwickelte Tuben mit Niederdruckmanschetten sollen nun den auf die Trachealwand ausgeübten Druck gering halten und damit die für die O_2-Versorgung der Schleimhaut notwendige Kapillarperfusion nicht einschränken. Es ist zu erwarten, daß die laryngitischen Reizsymptome nach Verwendung dieser Tuben gegenüber den früher verwandten geringer sind. Eine entsprechende vergleichende Studie der postoperativen Beschwerden nach Intubationen mit den beiden Tubensystemen war Gegenstand der vorliegenden Untersuchung.

Die Untersuchung erfaßte die postintubatorischen Beschwerden von 272 Patienten bei Verwendung von Tuben mit herkömmlichen Druckmanschetten und von Tuben mit neuartigen Niederdruckmanschetten. Zur Verfügung standen 200 Patienten, die mit herkömmlichen Tuben intubiert worden waren und 72 Patienten, die mit Tuben mit Niederdruckmanschetten intubiert wurden.

Es wurde geprüft:

1. Inwieweit a) Alter und b) OP-Dauer sich in der Häufigkeit und im Schweregrad der Beschwerden niederschlagen.
2. Inwieweit die Verwendung von Tuben mit Niederdruckmanschetten die Häufigkeit von Beschwerden und deren Schweregrad im Gegensatz zu herkömmlichen Tuben vermindern kann.

Folgende Ergebnisse wurden gewonnen:

1. a) Das Alter spielte bei beiden Manschettenarten bezüglich der auftretenden Komplikationen keine Rolle.

   b) Bei Tuben mit herkömmlichen Manschetten war die Dauer der Intubation in bezug auf Schweregrad und Häufigkeit von laryngitischen Symptomen hochsignifikant von Bedeutung.
   Bei Tuben mit Niederdruckmanschetten dagegen, deren Prozentsatz von Beschwerden ohnehin sehr niedrig war, ließ sich keine signifikante Abhängigkeit der Beschwerden von der OP-Dauer herausfinden.

2. Die Beschwerdehäufigkeit und die Beschwerdestärke von Tuben mit Niederdruckmanschetten und Tuben mit Hochdruckmanschetten ist für die neuartigen Niederdruckmanschetten hochsignifikant emiedrigt. Die Häufigkeit von Beschwerden sinkt bei Verwendung von Tuben mit Niederdruckmanschetten von früher 78 % auf 40 % ab und gleichzeitig bei Vorliegen von Beschwerden der Prozentsatz der schwerergradigen von 31 % (Hochdruckmanschetten) auf 9 % (Niederdruckmanschetten).

Unser Ergebnis stimmt im wesentlichen mit den Ergebnissen früherer Untersuchungen überein, die sich allerdings fast ausschließlich mit Langzeitintubationen bei Intensivpatienten befaßten.
Bei Berücksichtigung des Befindens der Patienten sind Tuben mit Niederdruckmanschetten trotz erheblicher Mehrkosten auch im klinischen Routinebetrieb den Tuben mit Hochdruckmanschetten in jedem Fall vorzuziehen.

8. LITERATURVERZEICHNIS

1.) ADRIANI, J. and PHILLIPS, U.:

Use of the Endotracheal Cuff: Some Data Pro and Con.
Anästhesiology, 18 (1957), 1-14

2.) BERGSTRÖM, J., MOBERG, A. and ORELL, S.R.:

On the Pathogenesis of Laryngeal Injuries following Prolonged Intubation.
Acta Otolaryng., 55 (1962), 342-346

3.) CARROLL, R., HEDDEN, M. and SAFAR, P.:

Intratracheal Cuffs: Performance Characteristics.
Anästhesiology, 31 (1969), 275-281

4.) COOPER, J.D. and GRILLO, H.C.:

The Evolution of Tracheal Injury due to Ventilatory Assistance through Cuffed Tubes: A Pathologic Study.
Ann.Surg., 169 (1969), 334-348

5.) COOPER, J.D. and GRILLO, H.C.:

Experimental Production and Prevention of Injury due to Cuffed Tracheal Tubes.
Surgery Gynekology and Obstetrics, 129 (1969), 1235-1241

6.) DWYER, C.S., KRONENBERG, S. and SAKLAD, M.:

The Endotracheal Tube: A Consideration of its Traumatic Effects with Suggestion for the Modification thereof.
Anästhesiology, 10 (1949), 714-728

7.) ERDMANN, W., STEGBAUER, H.P., INOUE, K., FREY, R.:

Endotrachealtuben mit kontrolliertem Manschettendruck zur Vermeidung von postoperativer Laryngotracheitis.
Anästhesiologie (Fresenius); im Druck 1974

8.) GEFFIN, B. and PONTOPPIDAN, H.:

Reduction of Tracheal Damage by the Prestretching of Inflatable Cuffs.
Anästhesiology, 31 (1969), 462-463

9.) GUYTON, A.C.:

Textbook of Medical Physiology (1971)

10.) HEDDEN, M., ERSOZ, C.J., DONNELLY, W.H. and SAFAR, P.:

Laryngotracheal Damage after Prolonged Use of Orotracheal Tubes in Adults.
Z.Amer.Med.Ass., 207 (1969), 703-708

11.) HEDDEN, M., ERSOZ, C.J. and SAFAR, P.:

Tracheoösophageal Fistulas following Prolonged Artificial Ventilation via Cuffed Tracheostomy Tubes.
Anästhesiology, 31 (1969), 281-289

12.) KLEINSASSER, O.:

Kehlkopf- und Trachealstenosen nach assistierter Beatmung.
Z.Laryng. Rhinol., 47 (1968), 552-561

13.) KRAUSE, D., LINDEMANN, C.:

Trachealwandschäden nach maschineller Dauerbeatmung.
Z.prakt. Anästh., 14 (1972), 217-226

14.) LAURIA, J.I. and ANDERSEN, M.N.:

A minimally traumatic, intermittently inflated Endotracheal Cuff.
Anästhesiology, 31 (1969), 578-581

15.) LINDHOLM, C.E.:

Prolonged Endotracheal Intubation.
Acta Otolaryng., 13, Suppl. 33, (1969), 1-131

16.) LOMHOLT, N.:

A new Tracheostomy Tube: Cuff with Controlled Pressure on the Tracheal Mucous Membrane.
Acta Anästh. Scandinav., 11 (1967), 311-318

17.) LÜDEMANN, C., WITTE, U.:

Messungen des auf die Trachealwand ausgeübten Druckes bei Beatmungskanülen mit herkömmlichen und einer neuartigen Blockungsmanschette.
Z.prakt.Anästh., 7 (1972), 212-217

18.) LÜDER, M.:

Untersuchungen über die Druckbelastung der Trachea bei Benutzung von Manschettentuben.
Der Anästhesist, 10 (1961), 279-281

19.) MILLER, D.R., SETHI, G.:

Tracheal Stenosis following Prolonged Cuffed Intubation.
Ann. Surg., 171 (1970), 283-293

20.) MINNIGERODE, B.:

Bleibende Kehlkopfschädigung nach vier Tage dauernder Trachealintubation.
H.N.O. Berlin 117-119 (1962)

21.) OSTLE, B.:

Statistics in Research.
Ames (Jowa), (1963 ^{2}), 128-129

22.) PEARSON, F.G., GOLDBERG, M. and DA SILVA, A.J.:

Tracheal Stenosis complicating Tracheostomy with Cuffed Tubes.
Arch. Surg., 97 (1968), 380-394

23.) SAFAR, P.:
Zitat nach LÜDEMANN und WITTE (s.o.)

24.) STEGBAUER, H.P., ERDMANN, W. und FREY, R.:

Difficulties in documentation of psychological Follow up of Patients sensations after different anesthetics.
Proceedings of the European Congress of Anesthesiology, Madrid 1974, Excerpta Medica, Amsterdam 1975, im Druck

25.) STILES, P.J.:

Tracheal Lesions after Tracheostomy.
Thorax, 20 (1965), 517-522

26.) TONKIN, J.P. and HARRISON, G.A.:

The Effect on the Larynx of Prolonged Endotracheal Intubation.
Med. Journal of Australia, 53 (1966), 581-585

Tabelle 1 Verteilung der Beschwerden auf die Altersgruppen bei der herkömmlichen Manschette

Alter	keine Beschwerden	BESCHWERDEN			
		a) leichte Beschwerden	b) mittelstarke Beschwerden	c) starke Beschwerden	Beschwerden insgesamt
20-29 J. 30	8	12	9	1	22
30-39 J. 45	9	21	13	2	36
40-49 J. 58	11	31	12	4	47
50-59 J. 46	12	22	10	2	34
60-69 J. 21	4	7	7	3	17
insgesamt 200	44	93	51	12	156

Tabelle 2 Verteilung der Beschwerden auf die Altersgruppen bei der Niederdruckmanschette

Alter	keine Beschwerden	BESCHWERDEN			
		a) leichte Beschwerden	b) mittelstarke Beschwerden	c) starke Beschwerden	Beschwerden insgesamt
20-29 J. 12	7	4	1	-	5
30-39 J. 17	9	6	2	-	8
40-49 J. 21	13	7	1	-	8
50-59 J. 15	9	4	1	1	6
60-69 J. 7	5	1	1	-	2
insgesamt 72	43	22	6	1	29

Tabelle 3 OP-Dauer-Abhängigkeit der Beschwerden bei der herkömmlichen Manschette

Dauer der Operation	keine Beschwerden	BESCHWERDEN			
		a) leichte Beschwerden	b) mittelstarke Beschwerden	c) starke Beschwerden	Beschwerden insgesamt
bis 30 Minuten 32	22	9	1	-	10
bis 60 Minuten 102	21	52	28	1	81
bis 2 Stunden 49	1	28	14	6	48
bis 3 Stunden 12	-	3	7	2	12
über 3 Stunden 5	-	1	1	3	5
insgesamt 200	44	93	51	12	156

Tabelle 4 OP-Dauer-Abhängigkeit der Beschwerden bei der Niederdruckmanschette

Dauer der Operation	keine Beschwerden	BESCHWERDEN			
		a) leichte Beschwerden	b) mittelstarke Beschwerden	c) starke Beschwerden	Beschwerden insgesamt
bis 30 Minuten 10	6	4	-	-	4
bis 60 Minuten 39	25	10	4	-	14
bis 2 Stunden 11	6	4	1	-	5
bis 3 Stunden 8	4	3	1	-	4
über 3 Stunden 4	2	1	-	1	2
insgesamt 72	43	22	6	1	29

DANKSAGUNGEN

Herrn Prof. Dr. R. Frey danke ich für die Erlaubnis, diese Arbeit im Rahmen seines Institutes anfertigen zu dürfen und für die freundliche Übernahme des Korreferates.

Besonderen Dank schulde ich Herrn Prof. Dr. W. Erdmann für die Überlassung des Themas, für die wertvollen Hinweise und die freundliche Unterstützung bei der Abfassung der Arbeit.

Weiterhin danke ich Herrn Dr. G. Weyer, der die Beratung beim statistischen Teil der Arbeit übernommen hat.

10. LEBENSLAUF

Am 26. August 1951 kam ich, Ingrid Steffens, als Tochter des kaufmännischen Angestellten Herbert Steffens und seiner Ehefrau Elisabeth geborene Boixen in Hüls (Kreis Kempen / Krefeld) zur Welt.

Im April 1958 wurde ich in die katholische Volksschule von Hüls eingeschult. Nach bestandener Aufnahmeprüfung kam ich im April 1962 in die Sexta des Neusprachlichen Mädchengymnasiums Kempen. Die Reifeprüfung beendete die neunjährige Gymnasialzeit im Juni 1970.

Im Wintersemester 1970 / 71 begann ich das Studium der Biologie in Mainz. Als mir im Februar 1971 in Heidelberg ein Studienplatz für Medizin zugeteilt wurde, setzte ich mein Studium in Heidelberg fort. Im März 1972 legte ich dort die naturwissenschaftliche Vorprüfung ab, und im März 1973 bestand ich die ärztliche Vorprüfung. Anschließend wechselte ich von Heidelberg nach Mainz zurück und möchte hier mit dem Staatsexamen mein Studium beenden.